Untersuchungen

über

Kobalt.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde

bei der

hohen philosophischen Fakultät

der

kgl. bayer. Friedrich-Alexander-Universität

zu Erlangen.

eingereicht von

Hugo Remmler

aus Merseburg.

Berlin C. 1891.

Druck von H. M. Dobrin, Jüden-Strasse 20.

Untersuchungen
über
Kobalt.

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der Doctorwürde
bei der
hohen philosophischen Fakultät
der
kgl. bayer. Friedrich-Alexander-Universität
zu Erlangen
eingereicht von

Hugo Remmler
aus Merseburg.

Berlin C. 1891.
Druck von H. M. Dobrin, Jüden-Strasse 20.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41535709_0121

Meiner theuren Mutter

in Liebe und Dankbarkeit

gewidmet.

Es sei mir an dieser Stelle gestattet, Herrn Professor Dr. Gerhard Krüss, auf dessen Anregung und unter dessen liebenswürdiger Leitung vorliegende Arbeit entstand, sowie meinen hochverehrten Lehrern, den Herren Prof. Dr. Adolf von Baeyer und Professor Dr. Hans Freiherrn von Pechmann für das rege Interesse, welches sie meinen Studien stets geschenkt, meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Noch selten sind die Atomgewichte von Elementen so oft einer Bestimmung unterworfen worden, als diejenigen der Metalle Kobalt und Nickel. Einmal waren es die Schwankungen zwischen den für diese Elemente gefundenen Werthen, die immer wieder zu erneuerten Versuchen aufforderten, andererseits bot es auch schon vor Aufstellung des periodischen Systems durch L. Meyer und D. Mendelejeff grosses Interesse dar, festzustellen, ob die Atomgewichte zweier verschiedener Elemente gleich gross sein können, oder nicht. Hatte man doch sonst die Erfahrung gemacht, dass die Werthe für die Atomgewichte der Elemente stets um eine oder mehrere Einheiten von einander verschieden sind. [1])

Um einen vollständigen Ueberblick über die bis jetzt ausgeführten Atomgewichtsbestimmungen des Kobalts und des Nickels zu geben, ist die folgende Zusammenstellung [2]) beigefügt:

---

[1]) Ausser Kobalt und Nickel waren es damals nur noch die Elemente der Platingruppe, die fast gleiches Atomgewicht haben sollten. Jetzt wissen wir durch neuere Atomgewichtsbestimmungen, dass auch die Elemente Osmium, Iridium, Platin, Gold sich um mehr als je eine Einheit unterscheiden.

[2]) Diese Tabelle ist der vortrefflichen Arbeit „Ueber die Atomgewichte des Kobalts und Nickels“ von Cl. Zimmermann entnommen. Ann, Chem. 232 pag. 325.

I. Kobalt.

Autor.	Zeit.	Methode.	Zahl der Atomgewichtsbestgen.	Gefundenes Atomgewicht.
Rothoff [1])	1826	Co O in Co Cl_2 und Cl durch Ag Cl bestimmt.	1	58,80
Schneider [2])	1857	Analyse des Oxalats	4	59,87
Marignac [3])	1857	a) Ueberführung von Co SO_4 in Co O	5	58,49—58,61
		b) Analyse des wasserfreien Co Cl_2	5	58,57—58,69
		c) und des crystallisirten, bei 100° getrockneten Co Cl_2 + 1 H_2 O	3	58,69—58,87
Dumas [4])	1859	Analyse d. wasserfreien Co Cl_2	5	58,95
W. J. Russell [5])	1863	Co O durch H reducirt	15	58,59
Ev.Sommaruga[6])	1866	Reduction des bei 110° getrockneten Kobaltipentaminchlorids	7	59,83
Cl. Winkler [7])	1867	Umsetzung von metallischem Co mit Natriumgoldchloridlös	5	59,10
Weselsky [8])	1869	a) Cl. Winkler's Methode.	1	58,92
		b Reduction des Ammoniumkobaltcyanids	2	59,00
		c) Reduction des Phenylammoniumkobaltcyanids	4	58,91
W. J. Russell [9])	1869	Co in HCl gelöst und entwickelter Wasserstoff volumetrisch bestimmt.	11	58,61

[1]) Pogg Annal 8, 185;
[2]) Daselbst 101, 387;
[3]) Archiv des Sciences [2] 1, 374. Bibl. Univ.
[4]) Ann. chim. phys. [3] 55, 148.
[5]) Journal of the Chemic Society [2] 1, 51; Annal Chem. 126, 330,
[6]) Journ. f. pract. Chem. 100, 106.
[7]) Zeitschr. f. analyt. Chem. 6, 22.
[8]) Ber. d. deutsch. chem. Ges. 2, 592.
[9]) Journal of the Chem. Society [2] 7, 494; Chem. News 20, 20.

Autor.	Zeit	Methode.	Zahl der Atomgewichtsbestgen.	Gefundenes Atomgewicht.
R. H. Lee [1])	1871	a) Reduction des Purpureokobaltchlorids	6	58,98
		b) Glühen des Strychninkobaltcyanids	6	59,00
		c) Glühen des Brucinkobaltcyanids.	6	59,05
Cl. Zimmermann [2]	1885	Reduction von CoO durch H.	10	58,74

II. Nickel.

Rothof [3])	1818	NiO in neutrales $NiCl_2$ verwandelt u. Cl. als AgCl gefällt	1	58,91
P. Berthier [4])	1824	wie Rothoff	wie Rothoff	
Erdmann u. Marchand [5])	1845	NiO durch H reducirt	3	58,51
Sainte-Claire Deville [6])	1856	Ueberführung v. metallischem Ni in wasserfreies $NiSO_4$	1	59,01
R. Schneider [7])	1857	Analyse des Oxalats	4	57,92
C. Marignac [8])	1858	a) Zersetzung von $NiSO_4$	2	58,25—58,85
		b) Chlorbestimmung in $NiCl_2$	3	58,65—58,85
		c) Glühen von $Ni(NO_3)_2$	1	59,13
I. Dumas [9])	1859	Chlortitration in $NiCl_2$	5	58,89
R. Schneider [10])	1859	Analyse des Oxalats		57,92
W. I. Russel [11])	1863	Reduction von NiO durch Wasserstoff	13	58,59

[1]) Ber. d. deutsch. chem. Ges. 4, 789.
[2]) Pogg. Annal. 8, 185.
[3]) Ann. chim. phys. 25, 148.
[4]) Ann. Chem. 232, 324.
[5]) Ann. Chem. 82, 76; Journ. f. pract. Chem. 55, 193.
[6]) Ann. chim. phys. [3] 46,182.
[7]) Pogg. Annal. 101, 387.
[8]) Archiv des Sciences [2] 1, 375. (Bibl. Univ.)
[9]) Ann. chim. phys. [3] 55, 149; Ann. Chem. 113, 24.
[10]) Pogg. Annal. 107, 616.
[11]) Journ. of the Chem. Society [2] 1, 61; Ann. Chem. 126, 335.

Autor.	Zeit.	Methode.	Zahl der Atomgewichtsbestgen.	Gefundenes Atomgewicht.
E.v.Sommaruga[1])	1866	SO_3-bestimmung in Kaliumnickelsultat.	6	58,35
Cl. Winkler [2])	1867	Einwirkung von metallischem Ni auf Natriumgoldchloridlös.	4	59,13
W. J. Russel [3])	1869	Metallisches Ni in HCl gelöst und H volumetrisch bestimmt.	14	58,55
R. H. Lee [4])	1871	a) Glühen des Strychninnickelcyanids	6	58,00
		b) Glühen des Bruncinnickelcyanids.	6	57,90
Cl. Zimmermann[5]	1885	Reduction von NiO durch H	11	58,55

Bis zur Ausführung der Zimmermann'schen Atomgewichtsbestimmungen war man zumeist geneigt, den Metallen Kobalt und Nickel die gleichen Atomgewichte [6]) zuzuschreiben, zumal diejenigen Arbeiten, welche in Bezug auf Exactheit das meiste Vertrauen fanden, nämlich diejenigen von W. J. Russell, sowie von Cl. Winkler, für beide Elemente die gleiche Zahl ergeben hatten: allerdings war durch Russell für Co und Ni ein $R^{II} = 58{,}59$, dagegen von Winkler Co, Ni = 59,10 oder 59,13 gefunden worden.

Nach den zuletzt ausgeführten Bestimmungen von Cl. Zimmermann schien jedoch in der That ein Unterschied zwischen den Atomgewichten des Kobalts und des

[1]) Journ. f. pract. Chem, 100, 106.

[2]) Zeitschr. f. analyt. Chem.

[3]) Chem. News 20, 20; Journ. of the Chem. Society [2] 7, 494.

[4]) Ber. d. deutsch. chem. Ges. 4, 790; Chem. News 24, 237.

[5]) Ann. Chem. 232, 324.

[6]) Vergleiche auch die Lehrbücher von Roscoë und Schorlemmer, Gmelin-Kraut, Richter, Ausgaben von 1886.

Nickels zu bestehen, wie dieses nach den Principien des periodischen Systems zu erwarten war. So sagt an späterem Orte auch Cl. Winkler: „das inzwischen erstandene Gesetz von der Periodicität der Elemente macht es nun allerdings wahrscheinlich, dass zwischen den Atomgewichten von Kobalt und Nickel eine kleine Abweichung besteht.“ [1])

Erwägt man, dass diese Metalle leicht in grösserer Menge zugänglich sind, dass also die einzelnen Atomgewichtsbestimmungen auch mit beträchtlichen Quantitäten ausgeführt werden konnten, und bedenkt man, dass eine Reihe der ausgezeichnetsten Analytiker zum Theil jahrelange, mühevolle Arbeit zur Bestimmung dieser Atomgewichte einsetzte, so scheint kaum ein Zweifel vorzuliegen, dass beispielsweise Russel, Winkler, beziehungsweise Zimmermann die Atomgewichte der ihnen vorliegenden Metalle richtig bestimmt haben. Die Erklärung der auffälligen Thatsache, dass trotzdem die Atomgewichte dieser beiden Elemente von verschiedener Seite bis dahin noch nicht in übereinstimmender Weise ermittelt werden konnten, war mit aller Wahrscheinlichkeit deshalb darin zu erblicken, dass jedem der genannten Autoren ein etwas anderes Nickel, beziehungsweise Kobalt vorgelegen haben muss.

Es wurde dieses erklärlich, durch die bei der Reduction von Goldchlorid durch Nickel-, oder Kobaltmetall gemachte Beobachtung von G. Krüss und F. W. Schmidt [2]) über die zusammengesetzte Natur der Metalle Kobalt und Nickel.

Diese Versuche wurden von Cl. Winkler [3]) wiederholt, jedoch mit negativem Erfolg. Winkler theilt mit, dass der verschiedene Ausfall seiner Versuche und derjenigen von G. Krüss und F. W. Schmidt vornehmlich darauf beruhe, dass er ein anderes Nickel-, bez. Kobaltme-

[1]) Ber. d. deutsch. chem. Ges. 22, 891.
[2]) Ber. d. deutsch. chem. Ges. 22, 158.
[3]) ibidem 22, 890.

tall zur Reduction verwendet habe. Er erkennt den Unterschied der angewandten Materiale zunächst darin, dass das Kobalt-, bez. Nickel von G. Krüss und F. W. Schmidt, welches dasselbe Material war, das früher Cl. Zimmermann zu seinen Versuchen verwendet hatte, ohne Zweifel „einen kleinen Alkaligehalt besessen habe.“ [1]) Winkler stellte dann die Metalle in der gleichen Weise wie Zimmermann und später auch Krüss und Schmidt durch Reduction des Oxydes im Wasserstoffstrom dar, theilte jedoch nach sorgfältiger Untersuchung desselben mit, dass auf spectroskopischem Wege in dem Kobalt oder Nickel kein Alkali, sowie keine alkalischen Erden nachgewiesen werden konnten. [2])

Die inzwischen aus dem A. Hilger'schen Laboratorium hervorgegangenen interessanten Untersuchungen von Constantin Krauss: [3]) „Kritische Studien über die Trennung und Bestimmung von Nickel und Kobalt“ lassen ebenfalls die Existenz eines neuen Nickel-Kobalt-Metalles wahrscheinlich erscheinen. Ebenso ist nach Privatmittheilung an Prof. Krüss durch Prof. A. Grünwald die Zusammengesetztheit des Nickels und Kobalts durch Untersuchung ihrer Spectren erkannt worden.

Die Componenten dieser Metalle besitzen nun ohne Zweifel einander sehr ähnliche Eigenschaften, welche ihre quantitative Trennung erschweren; dieses ist schon aus der letzten Mittheilung von G. Krüss und F. W. Schmidt [4]) über diesen Gegenstand ersichtlich. Es können somit bei etwas von einander abweichender Darstellungsweise der Metalle, oder bei geringer Verschiedenheit des Ausgangsmateriales, auch Atomgewichtsbestimmungsmateriale von

---

[1]) ibidem 22, 896.

[2]) Ber. d. deutsch. chem. Ges. 22, 897.

[3]) Mittheilungen aus dem pharmaceutischen Institute und Laboratorium für angewandte Chemie der Universität Erlangen von A. Hilger II. Heft pag. 135.

[4]) Ber. d. deutsch. chem. Ges. 22, 158.

etwas wechselnder Zusammensetzung und somit schwankendem Atomgewicht von verschiedenen Autoren erhalten worden sein.

Da einfache quantitative Trennungsmethoden für die Bestandtheile des Kobalts noch fehlen, so ist man zur Zeit darauf angewiesen, den einen oder anderen Bestandtheil dieses Metalles durch Operationen, wie fractionirtes Fällen oder fractionirtes Auflösen in bestimmten Präparaten anzureichern. Die jedes Mal in sorgfältigster Weise ausgeführte Atomgewichtsbestimmung der erhaltenen Metalle zeigt dann, in wie weit der Bestandtheil mit niederem, bezw. höherem Atomgewicht in der betreffenden Substanz in grösserer Menge vorhanden ist. Es gleicht dieses Verfahren demjenigen, das man zumeist zur Trennung der seltenen Erden verwendet.

G. Krüss und F. W. Schmidt haben die weitere Zerlegung des Nickels in Angriff genommen, [1]) während über die Zusammengesetztheit des Kobalts zunächst nur die von jenen Autoren in ihrer ersten Mittheilung [2]) gebrachten Beobachtungen durch qualitative Reaktionen vorliegen. Ich kam deshalb der Aufforderung der Herren Prof. Dr. Krüss und Dr. F. W. Schmidt gerne nach, ein nach den besten bisher bekannten Methoden gereinigtes, grösseres Kobaltmaterial durch fraktionirte Behandlung mit einem Lösungsmittel allmählig zur Lösung zu bringen und zu untersuchen, ob in den einzelnen Fraktionen stets ein Kobaltmetall von demselben Atomgewicht, etwa $R^{II} = 58{,}8$ (Zimmermann) enthalten sei. Die Resultate dieser Untersuchung sind im Folgenden zusammengefasst.

[1]) Ber. d. deutsch. chem. Ges. 22, 2026.

[2]) ibidem 22, 158.

I. Fraktionirung des Kobaltmateriales.

Bei einer genaueren Sichtung der in der Literatur vorhandenen Mittheilungen über die Eigenschaften bekannter Kobaltverbindungen war es aufgefallen, dass dem Kobaltihydroxyd eine vollkommene Unlöslichkeit in wässrigem Ammoniak zugeschrieben wird. [1]) Bei näherer Prüfung stellte es sich jedoch heraus, dass dies nicht der Fall ist.

Allerdings scheint es beim Stehenlassen von frischgefälltem und ausgewaschenem Kobalthydroxyd, als ob anfänglich nichts in Lösung gehe; aber nach Verlauf von ungefähr zwei Tagen zeigt die rothe Farbe der Flüssigkeit die eingetretene Auflösung von Kobalthydroxyd an. Die etwas lange Zeitdauer bis zum sichtbaren Beginn der Auflösung wird wohl die Ursache sein, dass die angeführten Autoren die Löslichkeit des Kobaltihydroxydes in wässrigem Ammoniak übersehen konnten.

Es war deshalb wünschenswerth, auf den Verlauf dieser Reaktion etwas näher einzugehen, namentlich denselben quantitativ zu verfolgen, umsomehr, als die Möglichkeit nicht ausgeschlossen erschien, auf einfache Weise die Bestandtheile des Kobalts theilweise zu fraktioniren, es konnten ja die Hydroxyde $R(OH)_3$ der Componenten des Kobalts für wässriges Ammoniak eine verschiedene Löslichkeit besitzen. Diese Vermuthung ist durch die Resultate vorliegender Arbeit bestätigt worden.

1200 Gramm Kobaltchlorür wurden in möglichst wenig destillirtem Wasser gelöst, die filtrirte und erwärmte Lösung in einer grossen Porcellanschaale mit drei Liter gesättigtem Bromwasser und dann mit Kalilauge unter fortwährendem Umrühren versetzt, bis deutlich alkalische

[1]) Gmelin-Kraut III. pag. 442 (Vorster)

Reaktion eintrat. Nach etwa zweistündigem Erwärmen wurde das gefällte Kobaltihydroxyd, welches nach Winkelblech der Formel $Co_2 O_3 3 H_2 O$ oder $Co_2 (OH)_6$ [1]) entspricht, in einen grossen Glascylinder gebracht und durch fünfzehnmalige Dekantation mit je sechs Liter Wasser möglichst von Chlorkalium befreit. Nach dem Filtriren wurde der Niederschlag mit noch weiteren Mengen kalten Wassers gewaschen, bis mittelst Silbernitratlösung nicht die geringste Spur Chlor mehr nachweisbar war. Die Fällung war eine fast vollständige. [2]) Darauf füllte man das erhaltene Kobaltihydroxyd in zwei grosse Glaskolben von fünf Liter Inhalt ein und behandelte dasselbe mit je fünf Liter Ammoniak von verschiedener Stärke, wobei der Kolbeninhalt häufig umgeschüttelt wurde. Die jeweils filrirten Lösungen verdampfte man auf dem Gasofen zur Trockene und reinigte die resultirenden Rückstände dann vor der Analyse mit der grössten Vorsicht und Sorgfalt und zwar alle in ganz genau der gleichen Weise. Im Ganzen habe ich 25 derartige ammoniakalische Auszüge vorgenommen, indem das Kobaltihydroxyd im Ganzen ungefähr drei Viertel Jahr lang mit Ammoniak digerirt wurde.

---

[1]) Graham-Otto IV. 1 pag. 923.

[2]) Die Dekantations- und Waschwässer zur Trockene verdampft, enthielten nur Thonerde, Eisen und Spuren von Kobalt.

II. Reinigung der einzelnen Auszüge zur Atomgewichtsbestimmung.

Der Verdampfungsrückstand der ammoniakalischen Lösungen wurde mit reiner concentrirter Salzsäure versetzt, wodurch sich eine reichliche Chlorentwickelung bemerkbar machte, die Säure verdampft und das salzsaure Salz in Wasser gelöst. Die filtrirte mit Salzsäure schwach angesäuerte Lösung gab beim Sättigen mit Schwefelwasserstoff nur einen geringen, aus Kupfer bestehenden Niederschlag, den man abfiltrirte. Die klare Flüssigkeit wurde vor dem Fällen mit Schwefelammonium jedesmal auf dem Wasserbad erwärmt und nach eventueller Abscheidung von Schwefel und nicht ganz ausgefallener Sulfide nochmals filtrirt. Hierauf versetzte man das Filtrat mit viel Chlorammonium, neutralisirte mit Ammoniak, um schliesslich überschüssiges, gelbes Schwefelammonium, hinzuzufügen. Das gefällte und auf ein Filter gebrachte Kobaltsulfid wurde nun mit Schwefelammonium, dann mit kaltem Wasser gut gewaschen, bis die alkalische Reaktion vollständig verschwand. Zur Entfernung der Verunreinigungen durch andere Metalle der Schwefelammoniumgruppe, namentlich Eisen, extrahirte man das Sulfid zunächst mit vierprocentiger, später mit siebenprocentiger Salzsäure und zwar so lange, bis das Filtrat nach der Oxydation mit Salpetersäure, Abrauchen der überschüssigen Säure, Versetzen der Lösung mit Rhodankalium und Ausschütteln mit Aether nicht mehr die so charakteristische Eisenreaktion gab, d. h. bis der Aether sich nicht mehr roth färbte. Nachdem die Salzsäure durch Wasser vollständig verdrängt war, wurde der Niederschlag getrocknet, vom Filter abgelöst und mit Königswasser oxydirt. Den beim Verdampfen der Säure

bleibenden Rückstand nahm man mit Wasser auf, filtrirte und neutralisirte ihn mit etwas reiner Kalilauge, worauf nach dem Ansäuern mit Essigsäure das Gemisch von Chlorkalium und Natriumnitrit zur Trennung des Kobalts vom Nickel hinzugefügt wurde. Nach vierundzwanzigstündigem Stehen prüfte man mit dem Salzgemisch, ob die Fällung des Kobalts eine vollständige war. In diesem Falle wurde das Kobaltikaliumnitrit auf ein Filter gebracht, mit einer zehnprocentigen Kaliumacetatlösung vollständig gewaschen bei 110° getrocknet, vom Filter losgelöst und dann mit Salzsäure zersetzt. Nach dem Verdampfen der freien Säure löste man den Rückstand in Wasser auf, behandelte die Lösung von Neuem mit Schwefelwasserstoff,[1]) ferner mit Chlorammonium und Schwefelammonium, wie oben. Das gefällte Kobaltsulfid wurde dann wieder mit Schwefelammonium, Wasser, vier und siebenprocentiger Salzsäure, darauf wieder mit Wasser gewaschen und schliesslich das getrocknete Sulfid mit Königswasser oxydirt. Der Rückstand der eingedampften sauren Flüssigkeit wurde mit Wasser aufgenommen, und die Lösung nach dem Abfiltriren von ausgeschiedenem Schwefel mit überschüssigem Ammoniak zur Trockene verdampft, um die vorhandene Schwefelsäure in Ammonsalze überzuführen. Das beim Glühen des Trockenrückstandes — es wurde zunächst auf der Asbestplatte, dann auf dem Gebläse circa eine halbe Stunde erhitzt — entstehende Kobalt, oxyduloxyd wurde in Säure gelöst, die Lösung eingedampft, überschüssiges Ammoniak hinzugefügt, abermals getrocknet und verglüht und diese Operation dreimal wiederholt. Das schliesslich erhaltene Kobaltoxyduloxyd reducirte man im Wasserstoffstrom und löste hierauf das so gewonnene Metall nochmals in reiner Salzsäure: dabei zeigte sich bei einigen Präparaten eine Schwefelwasser-

[1]) Auch das reinste im Handel vorkommende Nitrit enthielt Schwefelwasserstoffmetalle, wodurch ein erneuertes Einleiten von Schwefelwasserstoff erforderlich wurde.

stoffentwickelung, jedoch nur in sehr geringem Maasse, so dass die vorhergehende Behandlung mit Ammoniak in den meisten Fällen genügt hatte, die Präparate völlig von Schwefel zu befreien. Nach dem Auflösen dieser Metalle in Salzsäure gaben die Lösungen bei wiederholter Prüfung auch nicht mehr die geringste Spur einer Schwefelsäurereaktion!

Die salzsaure Lösung wurde nun wiederholt zur Trockene abgedampft, hierdurch eventuell geringe Mengen von Kieselsäure abgeschieden, der Verdampfungsrückstand mit Wasser aufgenommen, diese Lösung durch chemisch reines Filtrirpapier[1]) filtrirt und abermals zur Trockene verdampft. Durch mehrmaliges Eindampfen des resultirenden Kobaltchlorürs mit reiner selbstdestillirter Salpetersäure, die frei von Schwefelsäure war, führte man dasselbe in Kobaltnitrat über, welches verglüht und nach dem Zerreiben des Glührückstandes heftig über dem Gebläse bis zur vollständigen Zersetzung geglüht wurde. Das so erhaltene Kobaltoxyduloxyd lieferte dann durch Glühen im Kohlensäurestrom über dem Gebläse das zur Analyse benutzte Kobaltooxyd. So wurden die oben erhaltenen fünfundzwanzig Kobaltfraktionen unter ganz den gleichen Versuchsbedingungen jede für sich gereinigt und hierbei die möglichst grösste Sorgfalt im Arbeiten aufgewendet!

[1]) Das Filtrirpapier wurde aus der Fabrik von Schleicher & Schull bezogen.

III. Ausführung der Atomgewichtsbestimmungen.

Die Methode, deren ich mich zur Atomgewichtsbestimmung des Kobalts bediente, war im Wesentlichen dieselbe, welche schon früher Russell,[1]) und dann später Zimmermann in Anwendung gebracht haben. Sie besteht darin, dass die Oxyde des Kobalts, welche beim Glühen verschiedener Verbindungen desselben an der Luft entstehen, zuerst durch Erhitzen in indifferenten Gasen in Kobaltooxyd CoO übergeführt werden und letzteres dann durch Wasserstoff zu Metall reducirt wird. Aus der Gewichtsabnahme der angewandten Substanz bei der Reduction des Kobaltooxydes zu metallischem Kobalt erfährt man den Sauerstoffgehalt desselben und aus diesen Daten lässt sich auf einfache Weise das Atomgewicht des Metalles berechnen.

Die bei den Versuchen angewandten Reagentien waren lediglich die Gase Kohlensäure und Wasserstoff.

Zur Darstellung des Kohlendioxydes benutzte ich reinen Marmor und verdünnte Salzsäure. Das entwickelte Gas wurde behufs Reinigung durch eine Lösung von Natriumcarbonat und durch concentrirte Schwefelsäure geleitet; hierauf gelangte dasselbe, um jede Spur von Sauerstoff zu entfernen, in eine lange Glasröhre, welche mit Kupferspiralen beschickt war und in einem Verbrennungsofen zur Rothgluth erhitzt wurde. Endlich wurde das Gas durch Schwefelsäure und Phosphorpentoxyd getrocknet.

Was den Wasserstoff betrifft, so wurde derselbe aus dem reinsten Zink des Handels und aus reiner verdünnter Schwefelsäure dargestellt und durch ein System von

[1]) Journ. of the Chem. Societv [2] 1,51; Ann. Chem 126,330.

[2]) Ann. Chem. 232,394.

Waschflaschen geleitet, welche der Reihe nach Natronlauge, Silbernitrat, concentrirte Permanganatlösung und concentrirte Schwefelsäure enthielten. Hierauf passirte der Gasstrom eine 50 cm lange Schicht geglühten Kupfers. Letzteres hatte den Zweck, einerseits allen Sauerstoff, andererseits geringe noch vorhandene Mengen Arsenwasserstoff und Kohlenwasserstoffe, sowie mitgerissene Spuren von Säure zurückzuhalten. Schliesslich gelangte der Wasserstoff noch durch Waschflaschen mit concentrirter Schwefelsäure sowie durch ein langes Phosphorsäureanhydridrohr, um vollständig trocken zur Verwendung zu kommen.

Dass die Verschlüsse und Verbindungen der verschiedenen Gefässe u. s. w., welche die Gase zu durchstreichen hatten, mit möglichster Sorgfalt hergestellt und auf ihre Dichte geprüft worden waren, brauche ich nicht besonders zu erwähnen, ebensowenig, dass die verschiedenen Gase entsprechend lange Zeit durch das System von Waschflaschen geleitet wurden, bevor man mit dem eigentlichen Versuch begann, um sicher zu sein, dass die atmosphärische Luft möglichst verdrängt war.

Die Wägungen wurden durchgehends erst ausgeführt nachdem der geglühte Tiegel circa eine Stunde im Wägezimmer gestanden hatte und zwar nach dem Verfahren der Schwingungsbeobachtungen und Interpolation.[1])

Zur Ausführung der Versuche wurde zunächst eine beliebige Menge des auf die oben beschriebene Weise erhaltenen Kobaltoxyduloxyds in einen ausgeglühten und gewogenen Tiegel nach Rose aus Berliner Porzellan gebracht. In die Oeffnung des gut schliessenden Rose'schen Tiegeldeckels wurde das unglasirte, mit dem Glasentwikkelungsapparat in Verbindung stehende Porzellanrohr eingeführt.

Das in dem Tiegel befindliche Kobaltoxyduloxyd wurde im Kohlensäurestrom über dem Gebläse heftig ge-

[1]) Kohlrausch pract. Phys. 6. Aufl. pag. 23.

glüht und hierauf im Kohlensäurestrom erkalten gelassen. Die Ueberführung des Kobaltoxyduloxydes in Kobaltooxyd geht ziemlich schwierig vor sich, so dass bisweilen ein fünf bis sechsmaliges Glühen von je einer halben Stunde nothwendig war, um Gewichtsconstanz zu erreichen.

Nachdem das Gewicht des Kobaltooxydes auf das Genauste bestimmt war, wurde das Letztere im Wasserstoffstrom zunächst über einen einfachen Bunsen'schen Brenner, später über dem Gebläse erhitzt. Gewichtsconstanz trat in der Regel schon bei zweimaligem Glühen ein; nur selten war es nöthig, das metallische Kobalt noch ein drittes Mal im Wasserstoffstrom zu glühen.

In Bezug auf die Berechnung des Atomgewichtes bediente ich mich ausser der gewöhnlichen Berechnungsweise, welche von den gefundenen Procenten der quantitativ bestimmten Bestandtheilen ausgeht, auch der von Meyer-Seubert[1]) eingeführten Methode. Dieselbe beruht bekanntlich darauf, „dass die Summe der in stöchiometrischen Verhältnisse stehenden Substanzmengen direkt in Rechnung gestellt wird, so dass also jeder Versuch in dem Verhältniss der dazu verwendeten Substanzmenge bei der Berechnung zur Geltung gelangt."

[1]) Ann. Chem. 207,26.

1. Fraktion.

Der erste ammoniakalische Auszug wurde in der Weise erhalten, dass man Ammoniak vom spec. Gewicht von 0,960 mit Wasser zu gleichen Theilen drei Tage unter häufigem Umschütteln auf das Kobaltihydroxyd einwirken liess. Die mit dem Heber abgezogene und dann filtrirte Flüssigkeit war schwach rosa gefärbt und nahm beim Eindampfen eine etwas dunklere Nüance an. Beim weiteren Eindampfen wurde sie missfarben, und es bildete sich auf der Oberfläche der Flüssigkeit eine in den verschiedensten Farben schillernde Haut. Der Rückstand selbst war olivengrün braun und ging bei fortgesetztem Erhitzen in schwarz über. Beim Auflösen in Salzsäure machte sich deutlich eine Chlorentwickelung bemerkbar. Der auf oben beschriebene Weise gereinigte erste Auszug lieferte nur eine sehr geringe Menge reines Kobaltoxyduloxyd, so dass ich von einer quantitativen Bestimmung dieser Fraktion absehen musste.

Da die rosafarbene Lösung nur aus Kobaltihydroxyd und Ammoniak entstanden war, so war es interessant die Zusammensetzung des aus der Flüssigkeit erhaltenen Verdampfungsrückstandes näher kennen zu lernen

Zu diesem Zwecke wurden mehrere Portionen der ammoniakalischen Lösung auf dem Wasserbade verdampft und die Rückstände analysirt.

In 100 Theilen wurden gefunden:

Co	55,93	59,28	—	56,80
O	23,11	24,19	—	—
NH_3	2,15	2,14	2,31	2,2
H_2O	18,61	18,14	—	—

Aus diesen Resultaten lässt sich keine Kobaltoxydammoniakverbindung einfacher Zusammensetzung ermitteln; jedenfalls ist bemerkenswerth, dass der auf dem Wasserbad erhitzte Verdampfungsrückstand der ammoniakalischen Kobaltlösung wirklich noch Ammoniak enthält, sowie dass das Kobalt als Oxyd in Lösung ist.

2. Fraktion.

Den zweiten Auszug stellte ich in der nämlichen Weise her, wie den ersten, nur dass ich das verdünnte Ammoniak längere Zeit einwirken liess. In dem Aussehen unterschied sich die jetzt erhaltene Lösung vom ersten Auszug durch eine etwas dunklere Farbe; die Erscheinigungen beim Eindampfen und das Aussehen des Rückstandes waren die gleichen.

Das Kobaltooxyd besass eine bräunlich graue Farbe, das Metall selbst war weislich-grau glänzend.

0,099378 CoO lieferten 0,078368 Co = 78,8585%

78,8585 Co : 21,1415 O = X Co : 15,96 O

X = **59,531.**

Wendet man die von Meyer-Seubert eingeführte Berechnungsweise an, so ergeben sich folgende Verhältnisse

CoO : Co = 0,099378 = 0,078368

„ : „ = 1,2680 = 1

CoO : O = 3,7303 = 1

Co : H = **59,535** = 1

3. Fraktion.

Zum dritten Auszug wandte ich eine Mischung aus zwei Theilen Ammoniak vom spec. Gewicht v. 0,960 und einem Theil Wasser an, welche ich vier Tage einwirken liess. Die Lösung war rosa gefärbt und dunkler, als die beiden ersten Auszüge. Im Uebrigen bot dieser Auszug nichts bemerkenswerthes Das Kobaltooxyd war ebenfalls bräunlich-grau, das Metall weisslich-grau glänzend.

0,15021 CoO ergaben 0,11814 Co = 78,6498%

78,6498 Co : 21,3502 O = X Co : 15,96 O

X = **58,793.**

Nach Meyer-Seubert: CoO : Co = 0,15021 : 0,11814

„ : „ = 1,2714 : 1

Co : O = 3,6838 : 1

Co : H = **58,793** : 1

4. Fraktion.

Der vierte Auszug, bei welchem Ammoniak in den-

selben Mischungsverhältnissen und unter denselben Bedingungen zur Anwendung kam, wie bei dem vorhergehenden unterschied sich dem Aussehen nach von letzterem in keiner Weise. Das Oxydul war ebenfalls bräunlich-grau, das Metall weisslich-grau glänzend.

Von 0,22062 CoO erhielt ich 0,17360 Co = 78,6873%.

78,6873 Co : 21,3127 O = X Co : 15,96 O

X = **58,924.**

Nach Meyer-Seubert: CoO : Co = 0,22062 : 0,17360

„ : „ = 1,2708 : 1

Co : O = 3,6920 : 1

Co : H = **58,924** : 1

5. Fraktion.

Um den fünften Auszug zu gewinnen, liess ich Ammoniak vom spec. Gewicht v. 0,960 unverdünnt mehrere Tage unter bisweiligem Umschütteln auf das Kobaltihydroxyd einwirken und erhielt so eine Lösung, welcher dunkler rosa gefärbt war, als die vorhergehenden.

Von 0,39011 CoO bekam ich 0,30681 Co = 78,6470%.

78,6470 Co : 21,3530 O = X Co : 15,96 O

X = **58,783.**

Nach Meyer-Seubert: CoO : Co = 0,39011 : 0,30681

„ : „ = 1,2711 : 1

Co : O = 3,6831 : 1

Co : H = **58,782** : 1

6. Fraktion.

Der sechste Auszug wurde wie die fünfte Fraktion hergestellt.

0,28820 CoO lieferten 0,22661 Co = 78,6294%.

78,6294 Co : 21,3706 O = X Co : 15,96 O

X = **58,722.**

Nach Meyer-Seubert: CoO : Co = 0,28820 : 0,22661

„ : „ = 1,2718 : 1

Co : O = 3,6793 : 1

Co : H = **58,721** : 1

7. Fraktion.

Der siebente Auszug schien ein wenig dunkler, als der vorhergehende zu sein, in qualitativer Hinsicht verhielt er sich wie Nr. 6.

0,34304 CoO ergab 0,26968 Co 78,6147%
78,6147 Co : 21,3853 O = X Co : 15,96 O
X = **58,670**

Nach Meyer-Seubert: CoO : Co 0,34304 : 0,26968
„ : „ = 1,2720 ; 1
Co : O = 3,6761 : 1
Co : H = **58,670** : 1

Die Auszüge 8—25 wurden ebenfalls durch Behandlung des Rückstandes mit Ammoniak vom spec. Gewicht von 0,960 hergestellt, und zwar wurde die Digestion bei den Auszügen 8—10 je acht Tage, bei den späteren Auszügen, je zehn Tage vorgenommen.

Die Bestimmungen der so erhaltenen Fraktionen lieferten für das Atomgewicht des Kobalts folgende Werthe.

8. Fraktion.

0,43703 CoO = 0,34321 Co = 78,5323%
78,5323 Co : 21,4677 O = X Co : 15,96 O
X = **58,384.**

Nach Meyer-Seubert: CoO : Co = 0,43703 = 0,34321
„ : „ = 1,2733 : 1
Co : O = 3,6581 : 1
Co : H = 58,383 : 1

9. Fraktion.

0,91477 CoO = 0,71864 Co = 78,5596%
78,5596 Co : 21,4404 O = X Co : 15,96 O
X = **58,478**

Nach Meyer-Seubert: CoO : Co = 0,91477 : 0,71864
„ : „ = 1,2727 : 1
Co : O = 3,6641 : 1
Co : H = **58,479** : 1

10. Fraktion.

0,63256 CoO = 0,49661 Co = 78,5079%
78,5079 Co = 21,4921 O = X Co : 15,96 O
X = **58,299**

Nach Meyer-Seubert: CoO : Co = 0,63256 : 0,49661
„ : „ = 1,2737 : 1
Co : O = 3,6528 : 1
Co : H = **58,298** : 1

11. Fraktion.

0,32728 CoO = 0,25701 Co = 78,5290%
78,5290 Co : 21,4710 O = X Co : 15,96 O
X = **58,372**

Nach Meyer-Seubert: CoO : Co = 0,32728 : 0,25701
„ : „ = 1,2734 : 1
Co : O = 3,6574 : 1
Co : H = **58,372** : 1

12. Fraktion.

0,38042 CoO = 0,29899 Co = 78,5947%
78,5947 Co : 21,4053 O = X Co : 15,96 O
X = **58,600**

Nach Meyer-Seubert: CoO : Co = 0,38042 : 0,29899
„ : „ = 1,2723 : 1
Co : O = 3,6717 : 1
Co : H = **58,600** : 1

13. Fraktion.

0,16580 CoO = 0,13027 Co = 78,5706%
78,5706 Co : 21,4294 O = X Co : 15,96 O
X = **58,514**

Nach Meyer-Seubert: CoO : Co = 0,16580 : 0,13027
„ : „ = 1,2727 : 1
Co : O = 3,6664 : 1
Co : H = **58,515** : 1

14. Fraktion.

1,01607 CoO = 0,79873 Co = 78,6097%
78,6097 Co : 21,3903 O = X Co : 15,96 O
X = **58,652**

Nach Meyer-Seubert: CoO : Co = 1,01607 : 0,79873
„ : „ = 1,2721 : 1
Co : O = 3,6750 : 1
Co : H = **58,653** : 1

15. Fraktion.

1,31635 CoO = 1,03545 Co = 78,6606%
78,6606 Co : 21,3394 O = X Co : 15,96 O
X = **58,831**

Nach Meyer-Seubert: CoO : Co = 1,31635 : 1,03545
„ : „ = 1,2712 : 1
Co : O = 3,6861 : 1
Co : H = **58,830** : 1

16. Fraktion.

0,91945 CoO = 0,72315 Co = 78,6502%
78,6502 Co : 21,3498 O = X Co : 15,96 O
X = **58,794**

Nach Meyer-Seubert: CoO : Co = 0,91945 : 0,72315
„ : „ = 1,2714 : 1
Co : O = 3,6839 : 1
Co : H = **58,795** : 1

17. Fraktion.

0,53100 CoO = 0,41773 Co = 78,6685%
78,6685 Co : 21,3315 O = X Co : 15,96 O
X = **58,858**

Nach Meyer-Seubert: CoO : Co = 0,53100 : 0,41773
„ : „ = 1,2711 : 1
Co : O = 3,6839 : 1
Co : H = **58,858** : 1

18. Fraktion.

0,82381 CoO = 0,64728 Co = 78,5715%
78,5715 Co : 21,4285 O = X Co : 15,96 O
X = **58,519**

Nach Meyer Seubert: CoO : Co = 0,82381 : 0,64728
„ : „ = 1,2727 : 1
Co : O = 3,6666 : 1
Co : H = **58,519** : 1

19. Fraktion.

0,811391 CoO = 0,637541 = 78,5738%
78,5738 Co : 21,4262 = X Co : 15,96 O
X = **58,528**

Nach Meyer-Seubert: CoO : Co = 0,811391 = 0,637541
„ : „ = 1,2728 = 1
Co : O = 3,6671 = 1
Co : H = **58,526** = 1

20. Fraktion.

0,76698 CoO = 0,60292 Co = 78,6096%
78,6096 Co : 21,3904 O = X Co : 15,96 O
X = **58,652**

Nach Meyer-Seubert: CoO : Co = 0,76698 : 0,60292
„ : „ = 1,2721 : 1
Co : O = 3,6749 : 1
Co : H = **58,651** : 1

21. Fraktion.

1,13693 CoO = 0,89412 Co = 78,6434%
78,6434 Co : 21,3566 O = X Co : 15,96 O
X = **58,771.**

Nach Meyer-Seubert: CoO : Co = 1,13693 : 0,89412
„ : „ = 1,2715 : 1
Co : O = 3,6823 : 1
Co : H = **58,769** : 1

22. Fraktion.

2,00259 CoO = 1,57495 Co = 78,6456%
78,6456 Co : 21,3544 = X Co : 15,96 O
X = **58,778.**

Nach Meyer-Seubert: CoO : Co = 2,00259 : 1,57495
„ : „ = 1,2715 : 1
Co : O = 3,6828 : 1
Co : H = **58,777** : 1

23. Fraktion.

1,04629 CoO = 0,82185 Co = 78,5489%
78,5489 Co : 21,4511 O = X Co : 15,96 O
X = **58,441.**

Nach Meyer-Seubert: CoO : Co = 1,04629 : 0,82185
„ : „ = 1,2721 : 1
Co : O = 3,6618 : 1
Co : H = **58,442** : 1

24. Fraktion.

0,48954 CoO = 0,38466 Co = 78,5758%
78,5758 Co : 21,4242 O = X Co : 15,96 O
X = **58,535.**

Nach Meyer-Seubert: CoO : Co = 0,48954 : 0,38466
„ : „ = 1,2726 : 1
Co : O = 3,6676 : 1
Co : H = **58,534** : 1

25. Fraktion.

0,69152 CoO = 0,54326 Co = 78,5602%
78,5602 CoO : 21,4398 O = X Co : 15,96
X = **58,480.**

Nach Meyer-Seubert: CoO : Co = 0,69152 : 0,54326
„ : „ = 1,2729 : 1
Co : O = 3,6642 : 1
Co : H = **58,480** : 1

Fasst man obige Resultate zusammen, so erhält man folgende Tabelle.

Tabelle.

Nummer der Fraktion	Angewandtes Kobaltooxyd.	Gefund. Kobalt in Grammen.	Gefund. Kobalt in Procenten.	Berechnetes Atomgewicht.
2	0,099378	0,078368	78,8585	59,531
3	0,15021	0,11814	78,6498	58,793
4	0,22062	0,17360	78,6873	58,924
5	0,39011	0,30681	78,6470	58,784
6	0,28820	0,22661	78,6294	58,722
7	0,34304	0,26968	78,6147	58,670
8	0,43703	0,34321	78,5323	58,384
9	0,91477	0,71864	78,5596	58,478
10	0,63256	0,49661	78,5079	58,299
11	0,32728	0,25701	78,5290	58,372
12	0,38042	0,29899	78,5947	58,600
13	0,16580	0,13027	78,5706	58,514
14	1,01607	0,79873	78,6097	58,652
15	1,31635	1,03545	78,6606	58,831
16	0,91945	0,72315	78,6502	58,794
17	0,5310	0,41773	78,6685	58,858
18	0,82381	0,64728	78,5715	58,519
19	0,011391	0,637541	78,5738	58,528
20	0,76698	0,60292	78,6096	58,652
21	1,13693	0,89412	78,6434	58,771
22	2,00259	1,57495	78,6456	58,778
23	1,04629	0,82185	78,5489	58,441
24	0,48954	0,38466	78,5758	58,535
25	0,69152	0,54326	78,5602	58,480

Für das in den verschiedenen Fraktionen enthaltene Kobalt wurden also Werthe erhalten, die zwischen 59,531 und 58,299 schwanken. Alle Präparate waren in genau der gleichen Weise gereinigt und unterschieden sich nur dadurch, dass sie verschiedenen Fraktionen entstammten. Man konnte sich nun selbst den Vorwurf machen, dass das Atomgewicht der vorliegenden 24 Kobaltpräparate nicht richtig bestimmt sei, wenn auch von vornherein nicht zu erwarten stand, dass Schwankungen im Atomgewicht von 1,232 innerhalb der Versuchsfehler liegen. Es wurde deshalb von drei Fraktionen das Atomgewicht der vorliegenden Metalle doppelt bestimmt und hierbei folgende Resultate erhalten

	3. Frakt.	**4. Frakt.**	**5. Frakt.**
Bei der ersten Bestimmung für Co gef. Atomgewicht.	58,793.	58,924.	58,784.
Bei der zweiten Bestimmung für Co. gef. Atomgewicht.	58,775.	58,951.	58,788.

Hieraus ist ersichtlicht, dass die angewandte Methode mir stets gut übereinstimmende Resultate lieferte, die untereinander höchstens Differenzen in der zweiten Stelle hinter dem Komma aufweisen, während die erste Decimale nicht und ebenso wenig die erste Stelle vor dem Komma durch Versuchsfehler beeinflusst sind. Es besitzen also die in den verschiedenen Fraktionen befindlichen Kobaltmetalle in der That die in obiger Tabelle enthaltenen Atomgewichte

Auf den ersten Blick fällt es nun allerdings auf, dass die Grösse der gefundenen Atomgewichte bei fortschreitender Fraktionirung nicht stetig entweder zu, oder abnimmt. Man kann sich diese Erscheinung in der Weise erklären, dass das Kobaltihydroxyd entweder eine zusammengesetzte Verbindung oder ein Gemisch von zwei Hydroxyden ist und dass jeder der Bestandtheile im angewandten Lösungsmittel eine Löslichkeit besitzt, die verschieden ist von derjenigen dieses Bestandtheiles in einer Auflösung des anderen Bestandtheiles in gleichen Lösungsmittel.

Eine Analogiefall dafür, dass aus einem Gemisch zweier verschieden löslicher Körper nicht fortgesetzt zunächst der leichter lösliche Körper in Lösung gehen muss, oder dass umgekehrt aus einer Lösung, die mehrere verschieden lösliche Substanzen enthält, zuerst der schwer lösliche und zuletzt der am leichtesten lösliche Körper auskrystallisiren muss, finden wir in einer Arbeit von G. Krüss und F. Nilson: „Ueber die Erden und die Niobsäure des Fergusonites.“ [1])

Krüss und Nilson versuchten nach der Methode von Marignac Tantal, Niob und Titansäure durch fraktionirte Krystallisation der Kaliumdoppelfluoride, bezw. Kaliumoxyfluoride von einander zu trennen. Kaliumtantalfluorid (K_2 Ta Fl_7) ist in 180 Theilen Wasser löslich Kaliumtitanfluorid (K_2 Ti Fl_6) löst sich in 80 Theilen Wasser, während das Kaliumnioboxyfluorid (K_2 NiO Fl_5) zu seiner Lösung nur 18 Theile Wasser bedarf. Das sind beträchtliche Löslichkeitsunterschiede! Lässt man nun ein Gemisch dieser drei Körper fraktionirt krystallisiren und bestimmt in den verschiedenen Fraktionen das Atomgewicht des säurebildenden Elementes (Ta, Ti, Ni), so findet man zunächst in den ersten Krystallisationen Werthe von 180, was ungefähr dem Atomgewicht des Tantals entspricht. In den folgenden Fraktionen fallen die Werthe bis weit unter das Atomgewicht des Niobs, indem jetzt zumeist Titandoppelsalz auskrystallisirt ist. In weiteren Fraktionen steigt das Atomgewicht des säurebildenden Elementes durch Anreicherung von Niob in diesen Portionen, um dann in den letzten Fraktionen, welche beim Krystallisiren erhalten wurden, wiederum beträchtlich zu fallen. Es wurde nachgewiesen, dass dieses abermalige Sinken des Atomgewichtes darauf beruht, dass nach dem leichter löslichen Kaliumnioboxyfluorid noch beträchtliche Mengen von Titankaliumfluorid auskrystallisirten. Krüss u. Nilson sagen hierüber.[2]) „Obwohl die Löslichkeiten des Titanfluorkaliums und Kaliumfluoroxyniobates in Wasser so sehr

[1]) Ber. d. deutsch. chem. Ges. 20,1676,
[2]) Ber. d. deutsch. chem. Ges. 20,1684.

verschieden sind, dass das erstere Salz siebenmal soviel Lösungsmittel von 18° braucht, wie das letztere, so scheidet sich die Titanverbindung doch nicht vollständig schon vor dem Niobdoppelfluorid aus, sondern verunreinigt die verschiedenen Krystallisationen bis auf die allerletzte. Dieses kann nur darauf beruhen, dass Titanfluorkalium in einer Lösung von Nioboxyfluoridkalium weit löslicher, als in reinem Wasser ist. Während seiner Arbeit über Niob hatte auch Marignac Gelegenheit, ähnliche Beobachtungen zu machen."

Aehnliche Erscheinungen sind mit grosser Wahrscheinlichkeit die Gründe für die scheinbar unregelmässige Ab- und Zunahme der Atomgewichte, die gefunden wurden für die aus den 24 Fraktionen gewonnenen Metalle. Qualitativ waren die einzelnen Metalle scheinbar identisch.

Aus den Resultaten obiger Untersuchung ist es nun auch leicht erklärlich, dass, wie aus der Einleitung dieser Abhandlung hervorgeht, eine Reihe ausgezeichneter Forscher die sich früher mit der Bestimmung des Kobaltatomgewichtes beschäftigten, zu so verschiedenen Resultaten gelangten. Es ist dies wohl einsehbar, wenn man bedenkt, dass man durch eine so einfache Operation wie durch fraktionirtes Ausziehen des Kobaltihydroxydes mittelst Ammoniak Metalle erhalten kann, deren Atomgewichte um 1,232 d. i. 2,09% des Kobaltatomgewichtes selbst differiren. Solche Erscheinungen können aber nur dann eintreten, wenn das gewöhnliche, nach besten Methoden gereinigte Kobalt überhaupt aus zwei Bestandtheilen von verschiedenen Atomgewichten besteht. Es bestätigen somit die Resultate der obigen Untersuchungen über die quantitative Zusammensetzung einer Reihe von Kobaltoxydulen die von Krüss und Schmidt aus qualitativen Beobachtungen gezogene Schlussfolgerung, dass das Kobalt ein zusammengesetzter Körper ist.